

El Sistema Mundial de Observación por Satélite: una historia de éxito

por Tillmann Mohr*

Los primeros lanzamientos de satélites artificiales, que comenzaron con el Sputnik, el 4 de octubre de 1957, por parte de la Unión Soviética y con el Explorer I, puesto en órbita por los Estados Unidos de América, el 2 de enero de 1958, anunciaban una nueva era en la observación de la Tierra. Unos pocos años más tarde, el 1 de abril de 1960, se lanzó el primer satélite meteorológico de la historia, bautizado como TIROS-1, que facilitó las primeras imágenes sobre la distribución de las nubes, algo que hasta entonces había sido impensable (Figura 1). Aunque el ingenio espacial funcionó sólo durante 78 días, los meteorólogos de todo el mundo se mostraron extasiados con las imágenes de la Tierra y de su cubierta de nubes.

Así fue como comenzó la revolución satelital, que estaba destinada a cambiar para siempre la forma en que la Humanidad observaba el planeta. Estos avances en las tecnologías informática y espacial a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta fomentaron la creación del programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM y, con el tiempo, del Sistema Mundial de Observación por Satélite dentro de la misma Organización. Este Sistema Mundial de Observación por Satélite ha tenido un éxito sin precedentes a la hora de reunir a los países del mundo para que colaboren en el plano científico, y también en lo que respecta a cómo los meteorólogos estudian el planeta y su atmósfera.

Obtención del impulso inicial

En junio de 1962, dos científicos destacados como eran el académico soviético V. Bugaev y el norteamericano H. Wexler, elaboraron un informe que ponía de manifiesto el gran potencial subyacente en los datos satelitales tanto para la comunidad operativa como para la de investigación meteorológica, y propusieron una nueva estructura, que fue bautizada como Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM). Después de que la OMM lo presentara ante las Naciones Unidas, el informe fue una respuesta ante la Resolución 1721 (XVI) de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 20 de diciembre de 1961 sobre la "Cooperación internacional para la utilización del espacio exterior con fines pacíficos". Basándose en el informe de estos dos científicos, la Asamblea General solicitó en su Resolución 1802 (XVII) de 1962 que el desarrollo de las ciencias atmosféricas y meteorológicas "estuviera destinado al beneficio de la Humanidad".

Como consecuencia, el concepto de la VMM fue elaborado con mayor profundidad, y durante los años siguientes surgió la idea de un Programa de Investigación de la Atmósfera Global (GARP). En 1963, el Cuarto Congreso de la OMM aprobó el concepto de la VMM junto con los subsistemas: Sistema Mundial de Observación (SMO), Sistema Mundial de Proceso de Datos y Sistema Mundial de Telecomunicación. Finalmente, en mayo de 1967, el Quinto Con-

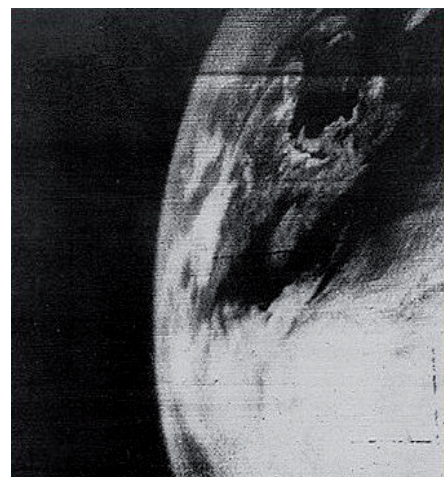


Figura 1 — TIROS-I, primera imagen meteorológica desde un satélite, 1 de abril de 1960. La imagen muestra la costa de Nueva Inglaterra en los Estados Unidos de América y las provincias marítimas de Canadá, al norte del río San Lorenzo.

greso de la OMM aprobó el Plan de la VMM así como su Programa de Ejecución.

Creación de un subsistema de observación desde el espacio

En el primer plan, el SMO comprendía cinco componentes de observación convencional y los satélites meteorológicos. En ese momento sólo existían los satélites de órbita polar y el sistema necesitaba únicamente uno o dos de ellos. Además, el plan contenido en el epígrafe "Satélites

* Asesor especial del Secretario General de la OMM sobre asuntos satelitales (desde 2004); ex Director General de EUMETSAT (1995-2004)

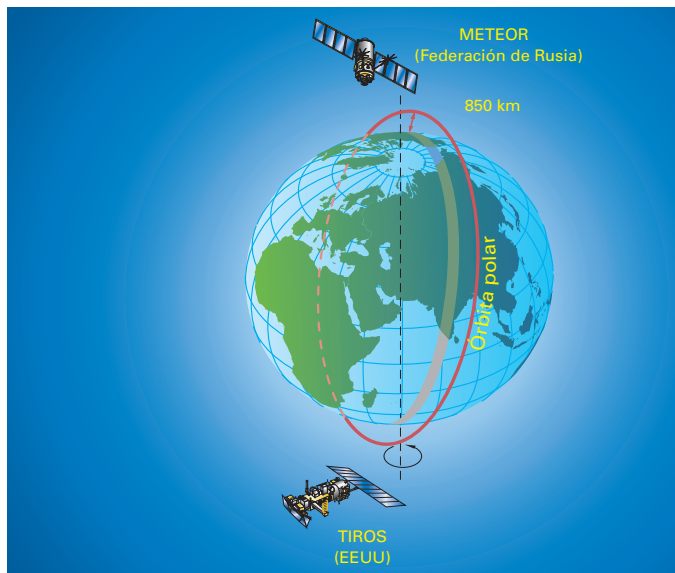


Figura 2 — El Sistema Mundial de Observación por Satélite de la OMM, 1961

meteorológicos” establecía una declaración de suma importancia: “La OMM deberá colaborar en el desarrollo de la coordinación de los programas satelitales de los países (o grupos de países) en solitario” (Figura 2).

Durante los años siguientes se produjeron dos importantes avances técnicos que, a la postre, pondrían de manifiesto la coordinación a nivel internacional que estaba por llegar. El 28 de febrero de 1966, los Estados Unidos efectuaron el lanzamiento del ESSA-2, que fue el primer satélite meteorológico operativo de órbita polar equipado con un sistema operativo de transmisión de imágenes en tiempo real (conocido como APT). Este satélite permitió a los países de todo el mundo recibir, dos veces al día y en tiempo real, datos en formato de imagen dentro de su área de recepción (Figura 3). En diciembre del mismo año, el satélite de comunicaciones con tecnología en pruebas ATS-I entró en órbita geoestacionaria con una carga útil meteorológica. Este satélite confirmó de forma satisfactoria el potencial de las observaciones satelitales frecuentes (cada 30 minutos) desde una órbita geoestacionaria (órbita a 35 800 kilómetros sobre el ecuador y que mantiene la misma posición con respecto a la Tierra). Un año más tarde se lanzó el ATS-III, el primer satélite geoestacionario con tres canales en el espectro visible, el cual, por primera vez, permitió obtener imágenes en color (Figura 4).

Estos avances allanaron el camino para poder progresar significativamente en el desarrollo del SMO y el GARP, especialmente de cara a la

planificación del Primer Experimento Mundial del GARP (FGGE). Este experimento, en el que participó un amplio abanico de organizaciones, estudió la totalidad de la atmósfera a escala mundial, de forma minuciosa, durante un período de un año (entre diciembre de 1978 y noviembre de 1979). Tanto el mejorado Plan de la VMM como el Programa de Ejecución para el período 1972 a 1975, así como los documentos de planificación del FGGE, contenían nuevos requisitos para la configuración satelital del SMO y el sistema de observación del FGGE. Ahora se necesitaban dos o tres satélites de órbita polar y cuatro geoestacionarios.

A principios de los años setenta, los Estados Unidos lanzaron sus Satélites meteorológicos síncronos SMS-A y SMS-B, que fueron los precursor

res de sus Satélites geoestacionarios operativos para el estudio del medio ambiente (GOES), que se situaron en longitudes de 60 grados Oeste y 140 grados Oeste respectivamente. Al mismo tiempo, la Organización europea de investigaciones espaciales (ESRO) —que más tarde se convertiría en la Agencia espacial europea (AEE)— y Japón comenzaron sus proyectos de satélites geoestacionarios para así llenar el vacío existente sobre los 0 y los 120 grados de longitud Este, con el fin de poder presentar los datos al FGGE.

Coordinación de satélites a escala mundial

Cuando los europeos y los japoneses anunciaron sus programas satelitales independientes, se cayó en la cuenta de que era el momento idóneo para coordinar las diferentes actividades. Se convocó una reunión en Washington D. C. el 19 de septiembre de 1972 con participantes de la ESRO, de Japón y de los Estados Unidos. La OMM y el Grupo mixto de planificación del GARP acudieron como observadores.

En esta reunión se identificaron varias áreas de coordinación, en concreto en la recopilación de datos desde plataformas fijas y móviles y para el sistema conocido como WEFAX en la transmisión de datos de imágenes en formato analógico. En 1973, en la segunda reunión, el grupo adoptó el nombre de Grupo de coordinación de

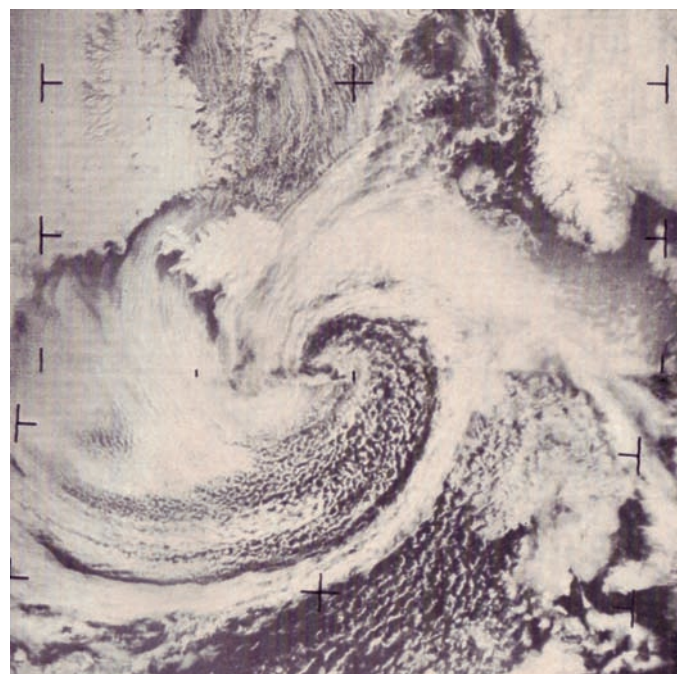


Figura 3 — ESSA-8, ciclón sobre el Atlántico Norte, composición de dos imágenes, 29 de marzo de 1970

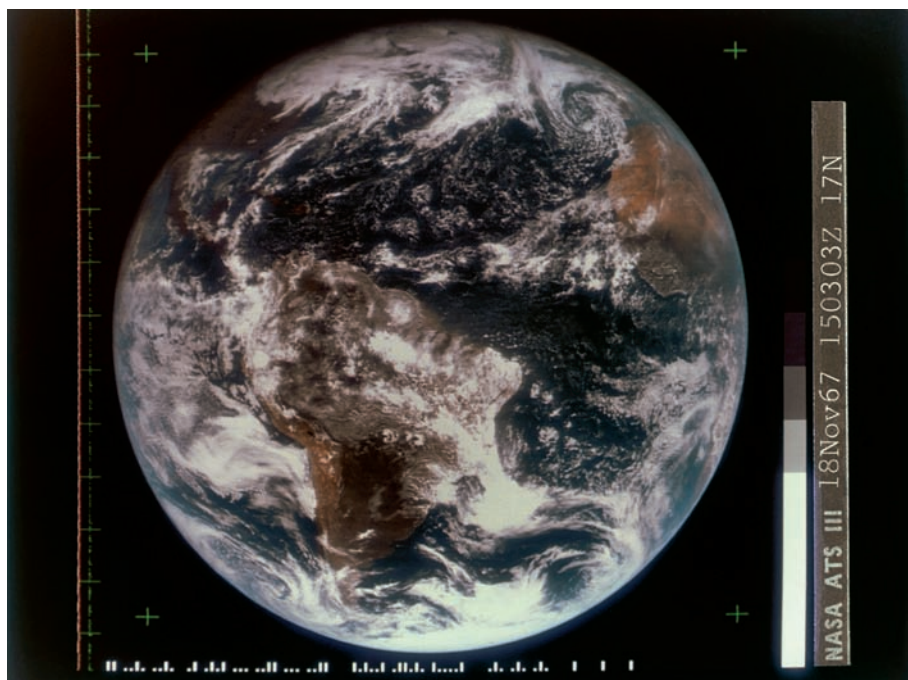


Figura 4 — ATS-III, 18 de noviembre de 1967

satélites meteorológicos geoestacionarios (GCSM). La OMM, representando a la comunidad de usuarios, y la Unión Soviética, que anunció su plan de dar forma a un proyecto de satélite geoestacionario, también se convirtieron en miembros del GCSM.

Transcurridos algunos años, los operadores satelitales del GCSM fueron capaces de desarrollar una constelación de cinco satélites geoestacionarios para así poder presentar los datos ante el FGGE. Los Estados Unidos suministraron tres, a saber: uno sobre la región occidental del Atlántico, otro sobre el Pacífico oriental y un tercero sobre el Océano Índico. Europa fijó un satélite sobre los 0 grados y Japón otro sobre los 140 grados de longitud Este. Esto supuso un gran paso adelante.

La India se incorporó al GCSM en 1979, tras la decisión de colocar un radiómetro de imágenes en su serie de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones, INSAT, el primero de los cuales fue lanzado en 1983. EUMETSAT y China se adhirieron en 1987 y 1989, respectivamente.

Cuando, a finales de los años ochenta, EUMETSAT y China anunciaron sus intenciones de poner en órbita no solo satélites geoestacionarios, sino también satélites de órbita polar, se hizo patente la necesidad de ampliar la coordinación de forma que se incluyera este tipo de satélites. Por recomendación del Grupo

de expertos en satélites del Comité Ejecutivo de la OMM, en octubre de 1989, el GCSM accedió a incorporar esta nueva tarea y elaboró un nuevo capítulo el 31 de enero de 1992. En consecuencia, el grupo cambió su nombre por el de Grupo de coordinación de los satélites meteorológicos (GCSM). El Grupo de expertos del Comité Ejecutivo recomendó, además, que se ampliara la coordinación hasta incluir la obtención de parámetros meteorológicos y la planificación de contingencias.

Obtención de parámetros meteorológicos

Durante los primeros diez años tras el lanzamiento del TIROS-1, las imágenes se emplearon para la predicción meteorológica, sobre todo mediante la mejora de los análisis de superficie y de las capas superiores de la atmósfera a través de información cualitativa acerca de la textura, extensión y formación de las nubes. Ese trabajo cualitativo ayudó a determinar los tipos de nubes, la cubierta nubosa y la localización de sistemas frontales, centros de ciclones y tormentas tropicales. Los primeros datos cuantitativos que se obtuvieron fueron los vientos mediante seguimiento de trayectorias de nubes, a partir de los satélites geoestacionarios.

La extracción de parámetros cuantitativos sólo fue posible gracias a

instrumentos adicionales, como por ejemplo las primeras sondas verticales a finales de los años sesenta. En la actualidad, los datos satelitales generan más de cien parámetros diferentes, y van desde perfiles verticales de humedad y temperaturas de la superficie del mar hasta la altura máxima de las nubes, cubierta de nieve y distribución del ozono. Hoy en día, estos datos constituyen la aportación más importante para los modelos de predicción numérica del tiempo y otras aplicaciones. La totalidad de datos destinados a los modelos numéricos en un solo día supera los varios millones. La irrefrenable mejora de los modelos de predicción numérica del tiempo durante los últimos veinte años se debe a la aportación de datos satelitales, además de a los avances en meteorología teórica y tecnología informática.

El GCSM ha desempeñado un importante papel en la coordinación de la extracción de datos. Ya con bastante prontitud dirigió su atención hacia el aumento de la utilización de los productos satelitales y hacia la mejora de la calidad de los mismos. Bajo sus auspicios, la Conferencia internacional de estudios sobre la sonda vertical operativa TIROS ha venido reuniéndose desde el año 1983. Este grupo fue decisivo a la hora de desarrollar y distribuir paquetes de software genérico sobre algoritmos de obtención de perfiles de temperatura y humedad para su utilización por parte de la comunidad meteorológica. El Grupo de trabajo sobre vectores de desplazamiento de nubes, creado en septiembre de 1991, centró sus esfuerzos en el desarrollo científico y operativo, así como en la utilización de los datos de vientos de desplazamiento atmosférico y, desde 2004, también a partir de los datos de imágenes obtenidas por satélites de órbita polar. En el año 2000 se añadió un Grupo de trabajo sobre precipitaciones.

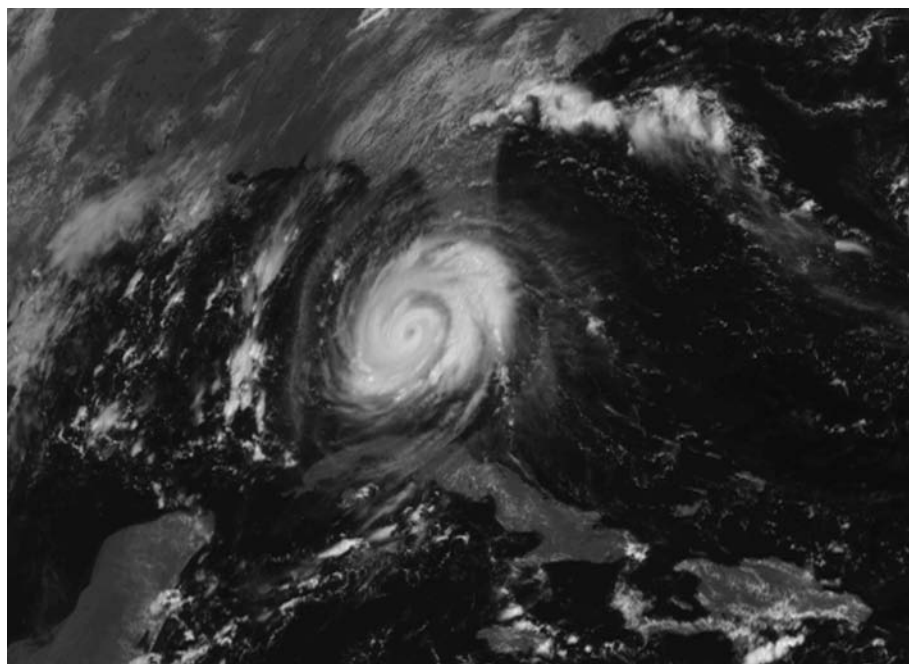
Elaboración de planes de contingencia

Ante la petición de la OMM de abordar más activamente el importante aspecto de la contingencia —qué hacer cuando las cosas van mal— se convocó una primera reunión del Grupo de trabajo sobre la planificación de contingencias a escala

mundial en octubre de 1992, a la que acudieron Estados Unidos, EUMETSAT, Japón y la OMM. La planificación de contingencias se considera fundamental a la luz del importantísimo papel que desempeñan los satélites en las observaciones a escala mundial y debido a los elevados costes que suponen su lanzamiento y mantenimiento. El grupo de trabajo determinó que la única forma realista de afrontar el futuro era crear un sistema de planificación de contingencias a nivel mundial basándose en los planes regionales y haciendo honor a la filosofía de “ayudar al vecino”. La posibilidad de recolocar los satélites se descartó como consecuencia de las limitaciones financieras y técnicas.

La filosofía de “ayudar al vecino” se ha probado en varias ocasiones a lo largo de los años. Cuando el servicio de recopilación de datos situado a bordo del METEOSAT-2 falló en 1984, el GOES-4 se desplazó hasta el centro del Atlántico. La siguiente demostración positiva tuvo lugar en 1991 como respuesta a una solicitud de Estados Unidos, cuando el único satélite geoestacionario operativo, el GOES-7, se destinó a cubrir la superficie de dicho país. El METEOSAT-3 se desplazó a una longitud de 50 grados Oeste en agosto de 1991, y entre febrero de 1993 y mayo de 1995 volvió a ocupar una posición situada a 75 grados de longitud Oeste. Como resultado de esta experiencia satisfactoria y enormemente positiva, EUMETSAT y los Estados Unidos firmaron un acuerdo de colaboración a largo plazo en julio de 1995, que se basaba en el respaldo proporcionado por los satélites meteorológicos operativos (Figura 5).

Han tenido lugar otras tres actividades de contingencia a escala regional: en otoño de 1992, Japón ofreció apoyo en la región del Pacífico de cara a la recogida de datos procedentes de las Plataformas regionales de recopilación de datos y, en enero de 1998, EUMETSAT desplazó su METEOSAT-5 sobre el Océano Índico, a una longitud de 63 grados Este, cuando falló el satélite geoestacionario ruso GOMS-Electro N1. Cuando el satélite japonés GMS-5 dejó de funcionar los Estados Unidos ayudaron con el GOES-9, situándolo, entre mayo de 2003 y julio de 2005, sobre la zona oriental del Pacífico. Esta experiencia hizo que Japón y los Esta-



EUMETSAT

Figura 5 — Huracán Andrew, METEOSAT-3, 24 de agosto de 1992

dos Unidos firmaran un acuerdo a largo plazo en febrero de 2005 para garantizar una cobertura continua de satélites geoestacionarios sobre Asia oriental y la zona occidental del Pacífico.

Cuando China y EUMETSAT crearon sus respectivos programas de órbita polar en los años noventa, se hizo necesario ampliar la planificación de contingencias a los satélites con este tipo de órbita. Considerando el requisito de la OMM, que entonces era fundamental y que determinaba que debía haber dos satélites en órbita polar (uno en la órbita de la mañana y otro en la órbita de la tarde), fue necesario crear una constelación de cuatro satélites con órbita polar para poder satisfacer las necesidades de contingencia. Cada uno de los satélites de la órbita de la mañana y de la tarde estaría respaldado por otro satélite.

Desde entonces, merced al impacto muy positivo que tuvieron sobre los modelos de predicción numérica del tiempo los datos de sondeo obtenidos a partir de más de dos satélites con órbita polar, el número de satélites en órbita polar requerido por la OMM se ha incrementado de dos a cuatro. En consecuencia, el debate sobre la planificación de contingencias para los satélites en órbita polar sigue abierto. Los aspectos fundamentales son las disposiciones de respaldo y las horas de cruce sobre el ecuador.

Revisión del SMO y la posterior integración

A finales de los años noventa, se hizo más que evidente la necesidad de revisar y actualizar el SMO, incluido su subsistema de observación espacial. En 1999 el GCSM revisó la conformidad del componente de observación espacial del SMO con arreglo a un marco temporal que llegaba más allá de 2010, y concluyó que el componente actualizado no solo debería incluir un sistema meteorológico operativo, sino también de investigación y otros sistemas satelitales de observación de la Tierra.

Desde el año 2000, las Reuniones consultivas en política de alto nivel sobre cuestiones satelitales, en las que se ven implicados los responsables de los operadores de satélites en los campos operativo, de investigación y desarrollo, así como altos funcionarios de la OMM, ofrecen un foro donde debatir asuntos relacionados con la política de alto nivel, lo que ha allanado el camino para la inclusión en el subsistema de observación espacial del SMO de los satélites de observación de la Tierra destinados a la investigación y al desarrollo, tras la aprobación pertinente por parte del Decimocuarto Congreso de la OMM celebrado en junio de 2003.



Figura 6 — Sistema Mundial de Observación por Satélite de la OMM, 2009

Desde ese momento, el número de satélites que aportan sus datos al sistema se ha incrementado notablemente. Ahora contamos con una flota de satélites que suministran sus datos a diferentes comunidades de usuarios en los campos de la meteorología, la oceanografía y el clima (Figura 6).

El énfasis de la OMM sobre las comunidades de usuarios lleva produciéndose desde los años ochenta, cuando la Organización inició la definición de requisitos del usuario a través de sus programas. Posteriormente, los requisitos pasaron a incluir disciplinas como la meteorología, la hidrología, la climatología, la oceanografía, el clima y el cambio climático global asociado. El proceso también tuvo en cuenta las necesidades de enseñanza y formación profesional. El GCSM respondió a esta circunstancia a partir de 1995 con la creación de un sistema de Centros regionales de formación meteorológica, que pasaron a ser centros de excelencia en meteorología satelital e incluso fueron distribuidos por todo el mundo gracias al apoyo continuo de algunas de las agencias espaciales de sus miembros.

Con el paso de los años, son muchas las agencias espaciales de investigación y desarrollo que se han

convertido en miembros del GCSM (CNESA, CNES, AEE, JAXA, NASA y ROSCOSMOS). En 2001, la Comisión oceanográfica intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura se unió al GCSM para representar a la comunidad oceanográfica.

En consecuencia, la OMM creó un Programa Espacial el 1.º de enero de 2004, que, junto con las Reuniones consultivas y el GCSM, llevó adelante varias iniciativas. Desde finales de 2006 está operativo el Servicio mundial integrado de difusión de datos de la OMM, basado en los sistemas regionales de difusión de datos de los miembros operativos del GCSM, la Administración meteorológica china, EUMETSAT y la Administración nacional del océano y de la atmósfera de los Estados Unidos. En abril de 2007, el Sistema mundial de intercalibración espacial comenzó a funcionar como componente del subsistema de observación espacial del SMO y, en el mismo año, varios posibles participantes aprobaron el concepto de una red mundial de centros para el Proceso coordinado y sostenible de datos satelitales medioambientales para la vigilancia del clima, sistema que ha comenzado su fase experimental en 2009.

En febrero de 2005, la Red mundial de sistemas de observación de la Tierra (GEOSS) fue aprobada por los países que participaban en la misma. El responsable de su aplicación es el Grupo intergubernamental sobre observaciones de la Tierra. En el marco de este sistema, la OMM encabeza o participa en las áreas de beneficios sociales de la GEOSS relacionadas con el tiempo, el agua, el clima y los desastres, y es uno de los patrocinadores de los sistemas de componentes de la mencionada red. El subsistema de observación desde el espacio del SMO constituye un componente del Segmento espacial de la GEOSS.

Mirando al futuro

El desarrollo del SMO desde un sistema de un solo satélite en 1967 hasta una constelación conformada por una flota de satélites operativos, de investigación y de desarrollo es uno de los mayores logros de la OMM y de sus miembros que contribuyen con el sistema. Este sistema no se encarga únicamente de abordar las necesidades de predicción meteorológica, tal y como hacía en sus primeros años, sino que desarrolla también un amplio abanico de aplicaciones que satisfacen los requisitos de disciplinas como la hidrología, la climatología, la oceanografía y la prevención de desastres.

Durante los próximos años deberá hacerse hincapié asimismo en atender las necesidades del cambio climático y de las disciplinas relacionadas con el cambio mundial, y será preciso crear una arquitectura internacional de observación espacial para la vigilancia operativa del cambio climático. La OMM es la más adecuada para llevar a cabo este esfuerzo. Podemos anticipar que, en unos cuantos años, esta arquitectura será parte del subsistema de observación espacial del nuevo Sistema mundial integrado de sistemas de observación de la OMM (WIGOS), que trata de lograr un sistema mundial exhaustivo de observación que integre las diversas observaciones efectuadas desde la superficie y desde el espacio para ponerlas al servicio de la sociedad.